

(51) IntCl.<sup>6</sup> 識別記号  
 F 0 2 M 51/06  
 F 0 2 D 1/02 3 0 1  
 41/38  
 H 0 1 L 41/09

F I  
 F 0 2 M 51/06 N  
 F 0 2 D 1/02 3 0 1 E  
 41/38 B  
 H 0 1 L 41/08 C

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平10-2559

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月8日

(71) 出願人 000004695

株式会社日本自動車部品総合研究所  
 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(72) 発明者 加藤 毅彦

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
 社日本自動車部品総合研究所内

(72) 発明者 松岡 弘芝

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
 社日本自動車部品総合研究所内

(72) 発明者 関口 清則

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
 社日本自動車部品総合研究所内

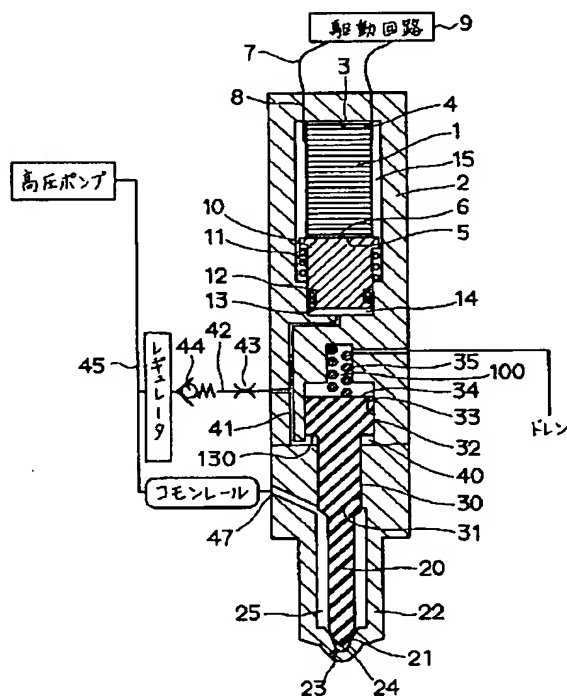
(74) 代理人 弁理士 碓氷 裕彦

(54) 【発明の名称】 燃料噴射弁及びその駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 制御圧力室14を加圧することで開弁する噴射弁の構成とし、1噴射期間中の燃料噴射率を制御するなどの高精度な制御が可能な燃料噴射弁及び、エンジン条件に応じた最適な噴射率で燃料噴射することが可能となり、燃料消費の向上、排気ガスの浄化などが実現できる燃料噴射弁の駆動方法を提供する。

【解決手段】 ニードル20の第1ガイド軸30と第2ガイド軸32の段差により形成される第1の下向きの受圧面130を、電歪アクチュエータの変位に応じて圧力変化される制御圧力室14に連通または露呈させてあり、電歪アクチュエータ1に印加する電圧を1噴射期間内で任意に、あるいは数段階に変化させることで、ニードル20のリフト量により決定される燃料噴射率をその1噴射期間内において、任意に、あるいは数段階に制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電歪アクチュエータの伸縮に伴う制御圧力室の容積変化に応じた圧力変化を受けて開閉弁する燃料噴射弁において、ノズルケーシングの第1ガイド穴に対して微小なクリアランスを保って油密に摺動可能である第1ガイド軸と、噴射弁ケーシングもしくは中心軸に貫通穴を有するピストンの第2ガイド穴に対して微小なクリアランスを保って油密に摺動可能で、前記第1ガイド軸の上方に形成され、かつ前記第1ガイド軸より広径の第2ガイド軸と、前記第1ガイド軸と前記第2ガイド軸の段差により形成される第1の下向きの受圧面を前記制御圧力室に連通または露呈するニードルと、前記制御圧力室と噴射燃料流路をつなぐ制御燃料導入路の中途に、前記制御圧力室から前記噴射燃料流路への燃料流れを抑制する逆止弁と、急激な燃料流れを抑制するオリフィスとを直列に設け、前記制御圧力室を前記電歪アクチュエータにより加圧することで開弁して燃料を噴射することを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項2】 電歪アクチュエータの伸縮に伴う制御圧力室の容積変化に応じた圧力変化を受けて開閉弁する燃料噴射弁において、ノズルケーシングの第1ガイド穴に対して微小なクリアランスを保って油密に摺動し、油だまりと前記制御圧力室とを隔離する第1ガイド軸と、噴射弁ケーシングに対して摺動するピストンの第2ガイド穴に対して微小なクリアランスを保って油密に摺動可能であり、前記制御圧力室とニードルスプリング収納室とを隔離し、前記第1ガイド軸の上方に形成され、かつ前記第1ガイド軸より広径の第2ガイド軸と、該第2ガイド軸より上方に前記噴射弁ケーシングの第3ガイド穴に対してわずかなクリアランスを保ち、油密に摺動する第3ガイド軸とを有し、前記第1ガイド軸と前記第2ガイド軸の段差により形成される第1の下向きの受圧面を前記制御圧力室に露呈するニードルと、該ニードルの前記第3ガイド軸の頂面周りの燃料室まで、燃料噴射弁に供給される高圧の噴射燃料を導入する燃料圧伝達路と、前記制御圧力室と噴射燃料流路をつなぐ制御燃料導入路の途中に、前記制御圧力室から前記噴射燃料流路への燃料流れを抑制する逆止弁と、急激な燃料流れを抑制するオリフィスとを直列に設け、前記制御圧力室を前記電歪アクチュエータにより加圧することで開弁して燃料を噴射することを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項3】 電歪アクチュエータの伸縮に伴う制御圧力室の容積変化に応じた圧力変化を受けて開閉弁する燃料噴射弁において、ノズルケーシングの第1ガイド穴に対して微小なクリアランスを保って油密に摺動しドレン穴と前記制御圧力室とを隔離する第1のガイド軸と、ピストンの第2ガイド穴に対して微小なクリアランスを保って油密に摺動し、前記制御圧力室とニードルスプリング収納室とを隔離し、前記第1ガイド軸の上方に形成され、かつ前記第1ガイド軸より広径の第2ガイド軸と、

該第2ガイド軸より上方に噴射弁ケーシングの第3のガイド穴に対してわずかなクリアランスを保ち上下方向に油密に摺動する第3ガイド軸と、ノズルケーシングの第4ガイド穴に対して微小なクリアランスを保って油密に摺動し油だまりと前記ドレン穴とを隔離し、かつ前記第1ガイド軸より細径の前記第4ガイド軸とを有し、前記第1ガイド軸と前記第2ガイド軸の段差により形成される第1の下向きの受圧面を前記制御圧力室に露呈し、前記第1ガイド軸と前記第4ガイド軸の段差により形成される第2の下向きの受圧面をドレン穴に露呈するニードルと、前記第3ガイド軸の頂面付近の燃料室に燃料噴射弁に供給される噴射燃料を導入する燃料圧伝達路と、前記制御圧力室と噴射燃料流路をつなぐ制御燃料導入路の中途に、前記制御圧力室から前記噴射燃料流路への燃料流れを抑制する逆止弁と、急激な燃料流れを抑制するオリフィスとを直列に設け、前記制御圧力室を前記電歪アクチュエータにより加圧することで開弁し燃料を噴射することを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項4】 電歪アクチュエータの伸縮に伴う制御圧力室の容積変化に応じた圧力変化を受けて開閉弁する燃料噴射弁において、ノズルケーシングの第1ガイド穴に対して微小なクリアランスを保って油密に摺動しドレン穴と前記制御圧力室とを隔離する第1ガイド軸と、ピストンの第2ガイド穴に対して微小なクリアランスを保って摺動し前記制御圧力室とニードルスプリング収納室とを隔離し、前記第1ガイド軸の上方に形成され、かつ前記第1ガイド軸より広径の第2ガイド軸と、ノズルケーシングの第4ガイド穴に対して微小なクリアランスを保って油密に摺動し油だまりと前記ドレン穴とを隔離し、かつ前記第1ガイド軸より細径の前記第4ガイド軸とを設け、前記第1ガイド軸と前記第2ガイド軸の段差により形成される第1の下向きの受圧面を制御圧力室に露呈し、前記第1ガイド軸と前記第4ガイド軸の段差により形成される第2の下向きの受圧面をドレン穴に露呈するニードルと、噴射弁ケーシングの第3ガイド穴上方の燃料室に燃料噴射弁に供給される噴射燃料を導入する燃料圧伝達路と、前記噴射弁ケーシングの前記第3ガイド穴に対してわずかなクリアランスを有して上下方向に油密に摺動し、上端面に燃料室の圧力を受けることで押し下げられ、下端を前記ニードル上面に接しているロッドと、前記制御圧力室と噴射燃料流路をつなぐ制御燃料導入路の中途に、前記制御圧力室から前記噴射燃料流路への燃料流れを抑制する逆止弁と、急激な燃料流れを抑制するオリフィスとを直列に設け、前記制御圧力室を前記電歪アクチュエータにより加圧することで開弁し燃料を噴射することを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項5】 前記制御圧力室と前記噴射燃料流路をつなぐ前記制御燃料導入路において、前記噴射燃料流路と前記逆止弁との間にレギュレータを設け、前記制御圧力室を噴射燃料圧に比べて低圧にしたことを特徴とする請

求項1ないし請求項4のいずれかに記載の燃料噴射弁。

【請求項6】 電歪アクチュエータへの印加電圧を制御することにより燃料噴射弁を開閉弁させる燃料噴射弁の駆動方法において、前記電歪アクチュエータの伸長による制御圧力室の圧力上昇により開弁する燃料噴射弁に対して、前記電歪アクチュエータの印加電圧の時間的変化を1噴射期間内で任意に変化させ、前記電歪アクチュエータの変位量を1噴射期間内で任意に変化させることを特徴とする電歪アクチュエータを用いた燃料噴射弁の駆動方法。

【請求項7】 電歪アクチュエータへの印加電圧を制御することにより燃料噴射弁を開閉弁させる燃料噴射弁の駆動方法において、前記電歪アクチュエータの伸長による制御圧力室の圧力上昇により開弁する燃料噴射弁に対して、前記電歪アクチュエータに印加する電圧を1噴射期間内で数段階に変化して電歪アクチュエータの変位量を1噴射期間内で段階的に変化させることを特徴とする電歪アクチュエータを用いた燃料噴射弁の駆動方法。

【請求項8】 電歪アクチュエータへの印加電圧を制御することにより燃料噴射弁を開閉弁させる燃料噴射弁の駆動方法において、前記電歪アクチュエータの伸長による制御圧力室の圧力上昇により開弁する燃料噴射弁に対して、前回の噴射終了から今回所望する噴射開始時期直前までの噴射しない期間中に、前記電歪アクチュエータの伸長による前記制御圧力室の圧力上昇量が開弁に要求される圧力上昇量よりもわずかに低くなるように前記電歪アクチュエータに印加する電圧を徐々に上昇することにより、要求開弁時期までは着座を維持する一方で、ニードルに作用する上下方向の荷重差が少ない高圧状態にまで加圧することを特徴とする電歪アクチュエータを用いた燃料噴射弁の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高圧燃料を噴射し、かつ、高い噴射量調量精度が要求される直接噴射式のディーゼルエンジン、ガソリンエンジンに用いられる燃料噴射装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】高圧燃料を噴射する燃料噴射弁としては、電歪アクチュエータ、及び、ソレノイドをアクチュエータとして用いる公知の燃料噴射弁がある。図13は、その例として、電歪アクチュエータをアクチュエータとして用いる公知の燃料噴射弁である特公平4-54065に示される燃料噴射弁の横断面図である。

【0003】ニードル101のガイド部102により背圧室103と油だまり104とが隔離されており、ニードル101には、頂面に接するスプリング105による下向き荷重と、ガイド部102の直径相当にかかる下向き背圧荷重と、環状のシート部より内側に相当するサック部107の圧力による上向き荷重と、ガイド部102

の直径とシート部106の直径の直径差空成る面積に油だまりの燃料圧がかかることによる上向き荷重が作用している。背圧が規定圧の時には荷重の総和が下向きになることで閉弁しており、電歪アクチュエータ109の伸縮などアクチュエータの作動による背圧室103の油圧低下でニードル101を下方に押し下げている背圧荷重が減少し、荷重が上向きになるとニードル101は上昇する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】内燃機関の排気浄化や燃費改善には、1噴射期間中の噴射率を制御するなどの高精度な制御が可能となる噴射弁が求められており、そのためには、ニードルの変位量、作動応答などの高精度な制御が求められる。前記公知の燃料噴射弁では、背圧を低下させることでニードルの上向き荷重を増加させて開弁を行っているが、本発明の制御圧力室に相当する背圧室内の燃料は圧力が低下するとともにその圧縮率が下がり（容積変化量に対する圧力変化量の割合が小さくなる）、ニードルの微小変位に対して背圧が変化しにくくなるので、開弁中のニードルのふらつきが大きい。

【0005】また、電歪アクチュエータを急激に大きく変位させることで、背圧室内には振幅の大きい圧力脈動が発生するため、ニードルの荷重も変動し変位量が影響されてしまう。これらの理由から、背圧室の減圧による開弁を行う従来公知の噴射弁では、高精度な噴射量制御は達成できない。

【0006】本発明は、前記の課題を解決するため、制御圧力室を加圧することで開弁する噴射弁の構成とし、1噴射期間中の燃料噴射率を制御するなどの高精度な制御が可能な燃料噴射弁及び、エンジン条件に応じた最適な噴射率で燃料噴射することが可能となり、燃料消費の向上、排気ガスの浄化などが実現できる燃料噴射弁の駆動方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は前記課題を解決するため、請求項1ないし請求項8に記載の技術的手段を採用する。請求項1に記載の燃料噴射弁では、第1ガイド軸と第2ガイド軸の段差により形成される第1の下向きの受圧面を制御圧力室に連通または露呈させてあり、また電歪アクチュエータの変位量を印加電圧値により制御することにより制御圧力室の圧力を高精度に制御できる。ニードルは制御圧力室が加圧されることにより上昇し、ニードルスプリングのスプリング力と制御圧力室の圧力による荷重により、そのリフト量が決定されるので、ニードルのリフト量を電歪アクチュエータに印加する電圧値によって高精度に制御することができる。

【0008】請求項2に記載の燃料噴射弁では、ニードルの第3ガイド軸の頂面周りの燃料室まで燃料噴射弁に供給される高圧の噴射燃料を導入する燃料圧伝達路を設けているので、ニードル上部に燃料圧による下向きの荷

重を加えることができ、従って、ニードルの上昇に対抗するニードルスプリング荷重を前記の荷重相当分小さくすることができ、ニードルスプリングを小型化、低バネ定数化し易く、低バネ定数ではニードル上昇時の下向き荷重増加が小さくてすみ、電歪アクチュエータの変位量が小さくてすみ、電歪アクチュエータも小型にできる。

【0009】請求項3に記載の燃料噴射弁では、更に、油だまりとドレン穴とを隔離すると共に第1ガイド軸と第4ガイド軸の段差により形成される第2の下向きの受圧面をドレン穴に露呈させ、かつ第1ガイド軸より細径の第4ガイド軸を設けている。従って、第4ガイド軸と第1ガイド軸の段差に相当する面積に荷重が作用しないので、上向き荷重が更に低下する。上向き荷重が減少しているため、対抗する下向き荷重は小さくでき、ニードルスプリング力は更に小さくできる。

【0010】スプリング力は設定荷重が小さいほどスプリングを小型化、低バネ定数化し易く、低バネ定数ではニードル上昇時の下向き荷重増加が小さくてすみ、電歪アクチュエータの変位量が更に小さくてすみ、電歪アクチュエータも更に小型にできる。請求項4に記載の燃料噴射弁では、更にロッドがニードルと分割されているが、ニードルとロッドは密着するので、作用・効果は請求項3の場合と同じになる。

【0011】請求項5に記載の燃料噴射弁では、逆止弁より上流側に噴射燃料圧よりも低い一定の圧力にて下流の逆止弁側に燃料を供給するレギュレータを設けているので、噴射燃料圧が高く、制御圧力室と噴射燃料圧を同等にすると電歪アクチュエータにかかる荷重が許容荷重を越えてしまう場合には、レギュレータを設けることで制御圧力室の内圧を電歪アクチュエータの許容荷重を越えない範囲に制御され、電歪アクチュエータの荷重は許容範囲内に保たれるので、噴射燃料圧によらず電歪アクチュエータの適正な作動を得ることができる。

【0012】請求項6または請求項7に記載の燃料噴射弁の駆動方法では、電歪アクチュエータに印加する電圧を1噴射期間内で任意に、あるいは数段階に変化し、電歪アクチュエータの変位量を1噴射期間内で任意に、あるいは数段階に変化させるので、ニードルのソフト量をその1噴射期間内に任意に、あるいは数段階に変化させ、ニードルのソフト量に応じて決定される燃料噴射率をその1噴射期間内に任意に、あるいは数段階に変化させることが可能となる。これによりエンジン回転数や負荷状況などエンジン条件に応じた最適な噴射率で燃料噴射することが可能となり、燃料消費の向上、排気ガスの浄化などが実現できる。

【0013】請求項8に記載の燃料噴射弁の駆動方法では、電歪アクチュエータの伸長による制御圧力室の圧力上昇量が開弁に要求される圧力上昇量よりもわずかに低くなるような開弁前昇圧をおこなうように電歪アクチュ

エータに印加する電圧を徐々に上昇するので、燃料噴射遅れがなくなり、燃料消費の向上、排気ガスの浄化などが実現できる。

【0014】

【発明の実施の形態】図1は請求項1ないし請求項4に記載された第1の発明のうち、請求項1に対応する第1実施形態のシステム図である。図1において、電歪アクチュエータ1は噴射弁ケーシング2内において、上端面3をケーシング壁面4に接し、下端面5をピストン上端面6に接する。アクチュエータ1の側面上部からリード線7が出ており、噴射弁ケーシング2の穴8を通して噴射弁外部の駆動回路9に連結されている。ピストン10は、スプリング11により上方へ押され、電歪アクチュエータ1と密着することで電歪アクチュエータ1の伸縮により上下動する。ピストン側面12は、噴射弁ケーシング2のガイド面13に対してわずかなクリアランスを有し、制御圧力室14とアクチュエータ室15とを隔離したまま摺動可能である。

【0015】ニードル20は、下方のシート部21にてノズルケーシング22と着座することで、噴孔23を経て外部へ開口するサック部24とノズルケーシング22内の油だまり25との連通を遮断している。ニードル20の第1ガイド軸30はノズルケーシング22の第1の第1ガイド穴31に対しわずかなクリアランスを有し上下方向に摺動可能に支持されており、第2ガイド軸32は噴射弁ケーシング2の第2のガイド穴33に対しわずかなクリアランスを有し上下方向に摺動可能に支持されている。第2ガイド軸32上方のスプリング座面34は、一端を噴射弁ケーシング2内に形成されたニードルスプリング収納室100に収納されているニードルスプリング35に接している。

【0016】また、第1ガイド穴31と第2ガイド穴33の差に相当する環状の制御圧力室ニードル部40は、制御圧力連通路41によってピストン10の底面と噴射弁ケーシング2の内壁面との微小な隙間で形成される制御圧力室14に連通している。すなわち、第1ガイド軸30と第2ガイド軸32の段差により形成される第1の下向きの受圧面130は制御圧力室14に露呈しているのと同様の構成となっている。制御圧力室14は制御燃料導入路42で噴射燃料流路45に連通しており、制御燃料導入路42の制御圧力室14近傍にオリフィス43と逆止弁44を設けている。

【0017】噴射燃料流路45は高压ポンプからコモンレール、ノズルケーシング22のインレット47を経て油だまり25までを連通する。図2は第1の発明の第1実施形態に示す燃料噴射弁の作動を説明する作動説明図である。無噴射時には、電歪アクチュエータ1の印加電圧は低く、電歪アクチュエータ1は基準長さにある。制御圧力室14はレギュレータを経た調整された供給圧にあり、油だまり25の噴射燃料圧はコモンレールからの

直接の供給圧にある。この状態では、シート部21の断面積にかかるサック部24の圧力と、(第1ガイド軸30の直径の断面積) - (シート部21の直径の断面積) ) にかかる噴射燃料圧と、第1の下向き受圧面130にかかる制御燃料圧とによる上向きの荷重に対し、ニードルスプリング35による下向き荷重が勝っていることで、ニードル20はシート部21にて着座している。

【0018】所望する開弁時期に、電歪アクチュエータ1の印加電圧を上昇させると、制御圧力室14が容積減少により圧力上昇し、制御圧力室14の圧力がニードル開弁圧を越えるため、ニードル20は直ちに上昇する。開弁後、所望する閉弁時期までは開弁後の印加電圧を維持することで、制御圧力室14の圧力は高く維持されることでニードルのリフト量は維持される。

【0019】所望する閉弁時期には、印加電圧を基準電圧まで低下し、電歪アクチュエータ1を収縮させることで制御圧力室14の圧力を低下させ、ニードル20の下向き荷重が勝ることでニードル20は下降し、着座した時点で噴射は終了する。図3は、第1の発明の第1実施形態における、第1ガイド軸30、第2ガイド軸32に各々油密を保持するOリング201、202を設けた場合の第1の発明のうち、請求項1に対応する第2の実施形態のシステム図である。

【0020】その作動は前記の第1の実施形態と同様である。図4は、請求項1ないし請求項4に記載された第1の発明のうち、請求項1に対応する第3実施形態のシステム図である。電歪アクチュエータ1は、噴射弁ケーシング2内において、上端面3をケーシング壁面4に接し、下端面5をピストン上端面6に接している。電歪アクチュエータ1の側面上部からリード線7が出ており、噴射弁ケーシング2の穴8を通して噴射弁外部の駆動回路9に連結されている。ピストン10は、スプリング11により上方へ押され、電歪アクチュエータ1と密着することで電歪アクチュエータ1の伸縮により上下動する。ピストン側面12は、噴射弁ケーシング2のガイド面13に対してわずかなクリアランスを有し、制御圧力室14とアクチュエータ室15とを隔離したまま摺動可能である。

【0021】第3実施形態においてはノズルケーシング22は上側ノズルケーシング220と下側ノズルケーシング221とから構成されている。ニードル20は、下方のシート部21にて下側ノズルケーシング221と着座することで、噴孔23を経て外部へ開口するサック部24と下側ノズルケーシング221内の油だまり25との連通を遮断している。第1ガイド軸30は上側ノズルケーシング220のガイド穴31内径に対してわずかなクリアランスを有し上下方向に摺動可能に支持されており、第2ガイド軸32はピストン10のガイド穴33に対しわずかなクリアランスを有し上下方向に摺動可能に支持されており、第2ガイド軸32上方のスプリング座

面34は、一端を電歪アクチュエータ1の底面端面5に接しているニードルスプリング35に接している。

【0022】第1ガイド軸30と第2ガイド軸32の差に相当する環状の隙間部分と、ピストン10の底面と噴射弁ケーシング2の内壁面との微小な隙間により制御圧力室14が形成される。制御圧力室14は制御燃料導入路42で噴射燃料流路45に連通しており、制御燃料導入路42の制御圧力室14近傍にオリフィス43と逆止弁44をもうけてある。

【0023】噴射燃料流路45は高圧ポンプからコモンレール、噴射弁ケーシング2のインレット47を経て油だまり25までを連通する。本第3実施形態の作動は、第1実施形態と同様であるため説明は省略する。図5は請求項1ないし請求項4に記載された第1の発明のうち、請求項2に対応する第4実施形態のシステム図である。

【0024】電歪アクチュエータ1は、噴射弁ケーシング2内において、上端面3をケーシング壁面4に接し、下端面5をピストン上端面6に接する。電歪アクチュエータ1の側面上部からリード線7が出ており、噴射弁ケーシング2の穴8を通して噴射弁外部の駆動回路9に連結されている。電歪アクチュエータ1は、中央に円孔のある断面形状のピエゾ素子を複数重ね、円筒状に形成されている。

【0025】ピストン10は、その中心軸に第2ガイド穴33を有し、スプリング11により上方へ押され、電歪アクチュエータ1と密着することで電歪アクチュエータ1の伸縮により上下動する。ピストン摺動面12は、噴射弁ケーシング2のガイド面13に対してわずかなクリアランスを有し、制御圧力室14とアクチュエータ室15とを隔離したまま摺動可能である。

【0026】第4実施形態においても、ノズルケーシング22は上側ノズルケーシング220と下側ノズルケーシング221とから構成されている。ニードル20は、下方のシート部21にて下側ノズルケーシング221と着座することで、噴孔23を経て外部へ開口するサック部24と下側ノズルケーシング221内の油だまり25との連通を遮断している。第1ガイド穴30は上側ノズルケーシング220の第1ガイド穴31に対しわずかなクリアランスを有し上下方向に摺動可能に支持されており、第2ガイド軸32はピストン10の第2ガイド穴33に対しわずかなクリアランスを有し上下方向に摺動可能に支持されている。第2ガイド軸32上方のスプリング座面36は、ニードルスプリング収納室100においてニードルスプリング35に接している。第3ガイド軸50は、噴射弁ケーシング2の一部をなす噴射弁ボディ240の第3ガイド穴51に対しわずかなクリアランスを有し上下方向に摺動可能に支持されている。

【0027】第1ガイド軸30と第2ガイド軸32の差に相当する環状の隙間部分と、ピストン10の底面と噴

射弁ケーシング2との隙間により制御圧力室14が形成され、制御圧力室14は制御燃料導入路42で噴射燃料流路45に連通しており、制御燃料導入路42の制御圧力室14近傍にオリフィス43と逆止弁44を設けている。

【0028】噴射燃料流路45は高圧ポンプからコモンレール、噴射弁ケーシング2のインレット47を経て油だまり25までを連通し、その中途から分岐した燃料圧伝達路48はニードル20の頂面周辺の燃料室49まで連通する。前記の第2実施形態と同じく、第4実施形態における、第1ガイド軸30、第2ガイド軸32、第3ガイド軸50に油密を保持するリングを設けた場合も、その作動は後述する前記の第4実施形態の作動と同様である。

【0029】第1の発明の第4実施形態の燃料噴射弁の作動を、第1実施形態と比較しながら説明する。図1、図2及び図5において、無噴射時には、電歪アクチュエータ1の印加電圧は低く、電歪アクチュエータ1は基準長さにある。また、制御圧力室14、油だまり25の噴射燃料圧とも供給圧にある。この状態では、シート部21の断面積にかかるサック部24の圧力と、（（第1ガイド軸30の直径の断面積）－（シート部21の直径断面積））にかかる噴射燃料圧と、制御圧力室14の受圧部にかかる制御燃料圧とによる上向きの荷重に対し、ニードル20頂面にかかる燃料圧と、ニードルスプリング35による下向き荷重が勝っていることで、ニードル20はシート部21にて着座している。第1実施形態に対して、噴射燃料圧による下向きの荷重が増加されるため、ニードルスプリング35の荷重を低く設定する。

【0030】所望する開弁時期に、電歪アクチュエータ1の印加電圧を上昇させると、制御圧力室14が容積減少により圧力上昇し、制御圧力室14の圧力がニードル開弁圧を越えるため、ニードル20は直ちに上昇する。開弁後、所望する閉弁時期までは開弁後の印加電圧を維持することで、制御圧力室14の圧力は高く維持されることでニードル20のリフト量は維持される。

【0031】所望する閉弁時期には、印加電圧を基準電圧まで低下し、電歪アクチュエータ1を収縮させることで制御圧力室14の圧力を低下させ、ニードル20の下向き荷重が勝ることでニードル20は下降し、着座した時点で噴射は終了する。図6は請求項1ないし請求項4に記載された第1の発明のうち、請求項3に対応する第5実施形態のシステム図である。

【0032】電歪アクチュエータ1は、噴射弁ケーシング2内において、上端面3をケーシング壁面4に接し、下端部5をピストン上端面6に接する。電歪アクチュエータ1の側面上部からリード線7が出ており、噴射弁ケーシング2の穴8を通して噴射弁外部の駆動回路9に連結されている。電歪アクチュエータ1は、中央に円孔のある断面形状のピエゾ素子を複数重ね、円筒状に形成さ

れている。

【0033】ピストン10は、その中心軸に第2のガイド穴33を有し、スプリング11により上方へ押され、電歪アクチュエータ1と密着することで電歪アクチュエータ1の伸縮により上下動する。ピストン摺動面12は、噴射弁ケーシング2のガイド面13に対してわずかなクリアランスを有し、制御圧力室14とアクチュエータ室15とを隔離したまま油密に摺動可能である。

【0034】ニードル20は、下方のシート部21にて下側ノズルケーシング221と着座することで、噴孔23を経て外部へ開口するサック部24と下側ノズルケーシング221内の油だまり25との連通を遮断している。第1ガイド軸30は上方ノズルケーシング220の第1ガイド穴31に対しわずかなクリアランスを有し、上下方向に摺動可能に油密に支持されており、第2ガイド軸32は上側ノズルケーシング220の第2ガイド穴33に対しわずかなクリアランスを有し、上下方向に摺動可能に油密に支持されており、第2ガイド軸32は第1ガイド軸30より広径であり、第2ガイド軸32はピストン10の第2のガイド穴33に対しわずかなクリアランスを有し、上下方向に摺動可能に油密に支持されている。第2ガイド軸32上方のスプリング座面36は、ニードルスプリング35に接している。第3ガイド軸50は、噴射弁ボディ240の第3のガイド穴51に対しわずかなクリアランスを有し、上下方向に摺動可能に油密に支持されている。

【0035】また、第4のガイド軸91は上側ノズルケーシング220の第4ガイド穴90に対しわずかなクリアランスを有し、摺動可能に油密に支持されている。第1ガイド軸30と第2ガイド軸32の差に相当する環状の隙間部分と、ピストン10底面と噴射弁ケーシング2との隙間により制御圧力室が形成される。制御圧力室14は制御燃料導入路42で噴射燃料流路45に連通しており、制御燃料導入路42の制御圧力室14近傍にオリフィス43と逆止弁44を設けている。

【0036】噴射燃料流路45は高圧ポンプからコモンレール、噴射弁ケーシング2のインレット47を経て油だまり25までを連通し、その中途から分岐した燃料圧伝達路48はニードル20頂面周辺の燃料室49まで連通する。第1ガイド軸30と第4ガイド軸91の段差により形成される第2の下向きの受圧面111はドレン穴110に露呈されている。ドレン穴110は、図示しない噴射弁ケーシング2内部のドレン流路を経て噴射弁外部のドレン路に連通している。

【0037】また、前記の実施形態と同じく、第5実施形態における、第1ガイド軸30、第2ガイド軸32、第3ガイド軸50、第4ガイド軸91に油密を保持するリングを設けた場合も、その作動は前記の第5実施形態の作動と同様である。第5実施形態では、作動に関しては前記の第4の実施形態と同様であるので省略する。



【0038】図7は請求項1ないし請求項4に記載された第1の発明のうち、請求項4に対応する第6の実施形態を示すシステム図である。この第6実施形態は、第5実施形態におけるニードル20のスプリングガイド部300より上方を削除し、第3ガイド穴51に対してわずかなクリアランスを有して上下に摺動可能で、かつ、下端面がニードル20頂面に接するロッド52を設けたものである。

【0039】その作動は、第5実施形態と同様である。請求項5に記載された第2の発明における第1の実施形態について説明する。第1実施形態の構成は、前記の図1に示す第1の発明の第1実施形態にて記載した燃料噴射弁にて、規定の噴射燃料圧にて高圧燃料が圧送される噴射燃料導入路から分岐し制御圧力室14に至る制御燃料導入路において、その中途に設けられている逆止弁44より上流側に、噴射燃料圧よりも低い一定の圧力にて下流の逆止弁44側に燃料を供給するレギュレータを設けている。

【0040】図8は第2の発明における第1実施形態で用いるレギュレータの作動説明図である。作動は、図8に示す様に、レギュレータは、規定の噴射燃料圧に制御されている噴射燃料導入路の圧力に対して、前記逆止弁44側への制御圧力室14への供給圧力を減圧し、制御圧力室14の圧力を一定値以下に維持する。

【0041】この効果としては以下の通りである。一般的に、電歪アクチュエータ1には強度上許容される荷重に限界があり、また、その状態では変位性能も著しく悪化するので、それを越えて使用することは避けなければならない。噴射燃料圧と制御燃料室14の圧力が同等であっても、電歪アクチュエータに負荷される荷重が許容荷重を越えないような噴射燃料圧である場合には、レギュレータの効果はない。しかし、噴射燃料圧が高く、制御圧力室14と噴射燃料圧を同等にすると電歪アクチュエータ1にかかる荷重が許容荷重を越えてしまう場合には、レギュレータを設けることで、制御圧力室14の内圧を電歪アクチュエータの許容荷重を越えない範囲に制御され、電歪アクチュエータ1の荷重は許容範囲内に保たれる。これにより、噴射燃料圧によらず、電歪アクチュエータ1の適正な作動を得ることができる。

【0042】図9は請求項6及び請求項7に記載された第3の発明のうち、請求項6に対応する第1実施形態として、電歪アクチュエータの駆動方法を説明する作動説明図である。第1の発明の第1実施形態に記載の燃料噴射弁を作動させる際に、本発明を適用する場合についての作動を図9を参照して説明する。

【0043】第1の発明の第1実施形態の駆動方法である図2では、印加電圧の変化時間を短くし、ニードルリフトの急峻な変化を実現しているのに対して、本第3の発明の第1実施形態では、開弁後の印加電圧を時間経過に対して任意に変化させることで、エンジンの負荷状況

や回転数に応じて、1噴射期間内のニードルリフトを変化させる。

【0044】無噴射時には、電歪アクチュエータ1の印加電圧は低くアクチュエータは基準長さにある。制御圧力室14、油だまり25の噴射燃料圧とも規定圧にある。この状態では、シート部21内面積にかかるサック部24の圧力と、 $(\text{第1ガイド軸30の断面積}) - (\text{シート部21の断面積})$ にかかる噴射燃料圧と、制御圧力室14の受圧面130にかかる制御燃料圧とによる上向きの荷重に対し、ニードル20頂面にかかる燃料圧と、スプリング35による下向き荷重が勝っていることで、ニードル20はシート部21にて着座している。

【0045】所望する開弁時期に、電歪アクチュエータ1の印加電圧を上昇させると、制御圧がニードル開弁圧を越え、ニードル20は直ちに上昇する。開弁後、電歪アクチュエータ1は印加電圧を徐々に上昇させると、電歪アクチュエータ1電圧変化に応じて伸長する。この時、ニードル20は、上下方向の荷重が等しくなる位置まで制御圧力室14の圧力増加に対応してニードルスプリング35の荷重を増加しながら上昇する。

【0046】所望する閉弁時期には、印加電圧を基準電圧まで低下し、電歪アクチュエータ1を収縮させることで制御圧力室14の圧力を低下させ、ニードル20の下向き荷重が勝ることでニードル20は下降し、着座した時点で噴射は終了する。この作動により、ニードルリフト量は電歪アクチュエータ1の印加電圧の変化に対応して制御できる。

【0047】図10は請求項6および請求項7に記載された第3の発明のうち、請求項7に対応する第2の実施形態として、電歪アクチュエータの駆動方法を説明する作動説明図である。第1の発明の第1実施形態に記載の燃料噴射弁を作動させる際に、本発明を適用する場合の作動を図10を参照して説明する。

【0048】無噴射時には、電歪アクチュエータ1の印加電圧は低く電歪アクチュエータ1は基準長さにある。制御圧力室14、油だまり25の噴射燃料圧とも規定圧にある。この状態ではシート部21内面積にかかるサック部24の圧力と、 $(\text{第1ガイド軸30の断面積}) - (\text{シート部21の断面積})$ にかかる噴射燃料圧と、制御圧力室14の受圧面130にかかる制御燃料圧とによる上向きの荷重に対し、ニードル20の頂面にかかる燃料圧と、ニードルスプリング35による下向き荷重が勝っていることで、ニードル20はシート部21にて着座している。

【0049】所望する開弁時期に、電歪アクチュエータ1の印加電圧を上昇させると、制御圧がニードル開弁圧を越え、ニードルは直ちに上昇する。開弁後、所望する噴射率変化時期までの期間（初期噴射率期間）は開弁後の印加電圧を維持し、ニードル20のリフト量は維持される。次に、所望する噴射率変化時期に、電歪アクチュ

エータ1の印加電圧を再び上昇させると、電歪アクチュエータ1はさらに伸長する。この時、制御圧力室14の圧力が上昇するが、それまで上下方向の荷重が等しくなって静止していたニードル20は、制御圧力室14の圧力増加に対応してニードルスプリング35の荷重を増加しながら上昇し、上下方向の荷重が等しくなった時点で再び静止する。

【0050】所望する閉弁時期には、印加電圧を基準電圧まで低下し、電歪アクチュエータ1を収縮させることで制御圧力室14の圧力を低下させ、ニードル20の下向き荷重が勝ることでニードル20は下降し、着座した時点で噴射は終了する。図11は請求項6及び請求項7に記載された第3の発明のうち、請求項7に対応する第3実施形態として、電歪アクチュエータの駆動方法を説明する作動説明図である。第1の発明の第1実施形態に記載の燃料噴射弁を作動させる際に、本発明を適用する場合についての作動を図11を参照して説明する。

【0051】無噴射時には、電歪アクチュエータ1の印加電圧は低く電歪アクチュエータ1は基準長さにある。また、制御圧力室14、油だまり25の噴射燃料圧とも規定圧にある。この状態では、シート部21内面積にかかるサック部24の圧力と、（（第1ガイド軸30の断面積）－（シート部21の断面積））にかかる噴射燃料圧と、制御圧力室14の受圧面130にかかる制御燃料圧とによる上向きの荷重に対し、ニードル20頂面にかかる燃料圧と、ニードルスプリング35による下向き荷重が勝っていることで、ニードル20はシート部21にて着座している。

【0052】所望する開弁時期に、電歪アクチュエータ1の印加電圧を上昇させると、制御圧がニードル開弁圧を越え、ニードル20は直ちに上昇する。開弁後、所望する時期までは開弁後の印加電圧を維持し、ニードル20のリフト量は維持される。次に、所望する噴射率変化時期に、電歪アクチュエータ1の印加電圧を減少させると、電歪アクチュエータ1は収縮する。この時、制御圧力室14の圧力が低下するが、それまで上下方向の荷重が等しくなって静止していたニードル20は、制御圧力室14の圧力低下に対応してニードルスプリング35の荷重を減少しながら下降し、上下方向の荷重が等しくなった時点で再び静止する。

【0053】所望する閉弁時期には、印加電圧を基準電圧まで低下し、電歪アクチュエータ1を収縮させることで制御圧力室14の圧力を低下させ、ニードル20の下向き荷重が勝ることでニードル20は下降し、着座した時点で噴射は終了する。図12は請求項8に記載された第4の発明の第1実施形態として、電歪アクチュエータの駆動方法を説明する作動説明図である。

【0054】第1の発明の第1実施形態に記載の燃料噴射弁を作動させる際に、本発明を適用する場合についての作動を図12を参照して説明する。無噴射時には、電

歪アクチュエータ1の印加電圧は低く電歪アクチュエータ1は基準長さであり、制御圧力室14、油だまり25の噴射燃料圧とも規定圧にある。

【0055】この状態では、シート部21内面積にかかるサック部24の圧力と、（（第1ガイド軸30の断面積）－（シート部21の断面積））にかかる噴射燃料圧と、制御圧力室14の受圧面130にかかる制御燃料圧とによる上向きの荷重に対し、ニードル20の頂面にかかる燃料圧と、ニードルスプリング35による下向き荷重が勝っていることで、ニードル20はシート部21にて着座している。

【0056】所望する噴射開始時期の数十 $\mu$ s～数十ms以前の時点から噴射開始直前までの期間において、電歪アクチュエータ1の印加電圧を徐々に増加し、電歪アクチュエータ1を伸長させることで制御圧力室14の圧力を上昇させる。この時の印加電圧増加量は、制御圧力室14がニードル20の開弁の必要昇圧量より少なく、かつ圧力脈動による開弁の発生しない緩やかな電圧増加のため、ニードル20は開弁しない。この動作を開弁前昇圧と言う。

【0057】開弁前昇圧の後、所望する開弁時期までは電圧を維持する。所望する開弁時期に、電圧を更に上昇させると、制御圧力室圧がニードル20の開弁圧を越えるため、ニードル20は直ちに上昇する。開弁後、所望する閉弁時期までは開弁後の印加電圧を維持し、ニードル20のリフト量は維持される。

【0058】所望する閉弁時期には、印加電圧を基準電圧まで低下し、電歪アクチュエータ1を収縮させることで制御圧力室14の圧力を低下させ、ニードル20の下向き荷重が勝ることでニードル20は下降し、着座した時点で噴射は終了する。以上、前述の発明の各種実施形態を用いて説明した燃料噴射弁及びその駆動方法を用いることにより、噴射率をその一噴射の期間内に変化させることが可能となる。これにより、エンジン回転数や負荷状況などのエンジン条件に応じた最適な噴射率で燃料噴射することが可能となり、燃料消費の向上、排気ガスの浄化などが実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1ないし請求項4に記載された第1の発明のうち、請求項1に対応する第1実施形態のシステム図である。

【図2】第1の発明の第1実施形態に示す燃料噴射弁の作動を説明する作動説明図である。

【図3】第1の発明の第1実施形態における、第1ガイド軸30、第2ガイド軸32に各々油密を保持するオリング201、202を設けた場合の第1の発明のうち、請求項1に対応する第2の実施形態のシステム図である。

【図4】請求項1ないし請求項4に記載された第1の発明のうち、請求項1に対応する第3実施形態のシステム



図である。

【図5】請求項1ないし請求項4に記載された第1の発明のうち、請求項2に対応する第4実施形態のシステム図である。

【図6】請求項1ないし請求項4に記載された第1の発明のうち、請求項3に対応する第5実施形態のシステム図である。

【図7】請求項1ないし請求項4に記載された第1の発明のうち、請求項4に対応する第6の実施形態を示すシステム図である。

【図8】第2の発明における第1実施形態で用いるレギュレータの作動説明図である。

【図9】請求項6及び請求項7に記載された第3の発明のうち、請求項6に対応する第1実施形態として、電歪アクチュエータの駆動方法を説明する作動説明図である。

【図10】請求項6および請求項7に記載された第3の発明のうち、請求項7に対応する第2の実施形態として、電歪アクチュエータの駆動方法を説明する作動説明図である。

【図11】請求項6及び請求項7に記載された第3の発明のうち、請求項7に対応する第3実施形態として、電歪アクチュエータの駆動方法を説明する作動説明図である。

【図12】請求項8に記載された第4の発明の第1実施形態として、電歪アクチュエータの駆動方法を説明する作動説明図である。

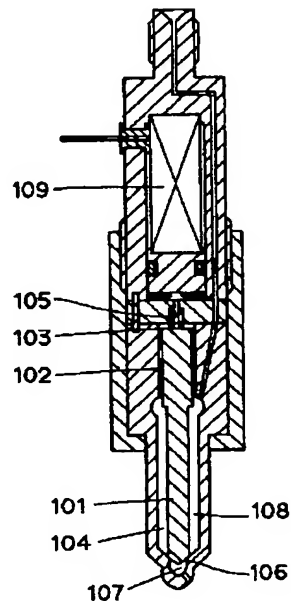
【図13】電歪アクチュエータをアクチュエータとして用いる公知の燃料噴射弁である特公平4-54065に

示される燃料噴射弁の横断面図である。

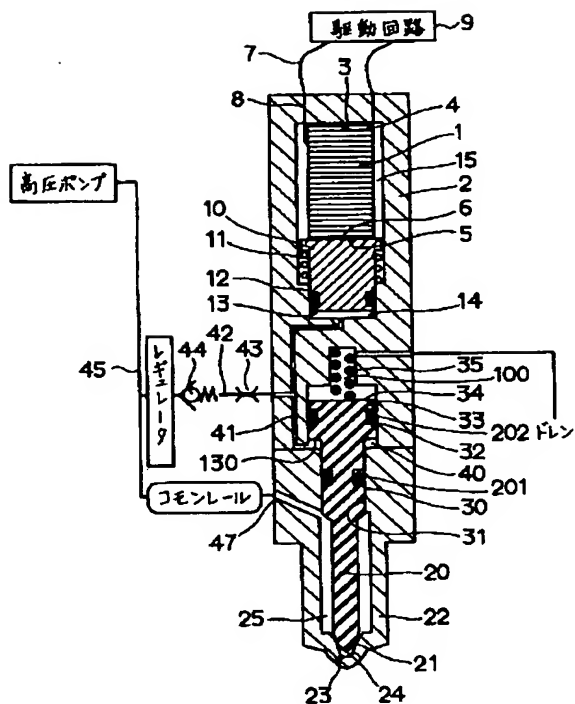
【符号の説明】

- |     |              |
|-----|--------------|
| 1   | 電歪アクチュエータ    |
| 2   | 噴射弁ケーシング     |
| 10  | ピストン         |
| 14  | 制御圧力室        |
| 20  | ニードル         |
| 22  | ノズルケーシング     |
| 25  | 油だまり         |
| 30  | 第1ガイド軸       |
| 31  | 第1ガイド穴       |
| 32  | 第2ガイド軸       |
| 33  | 第2ガイド穴       |
| 42  | 制御燃料導入路      |
| 43  | オリフィス        |
| 44  | 逆止弁          |
| 45  | 噴射燃料流路       |
| 48  | 燃料圧伝達路       |
| 49  | 燃料室          |
| 50  | 第3ガイド軸       |
| 51  | 第3ガイド穴       |
| 52  | ロッド          |
| 90  | 第4ガイド穴       |
| 91  | 第4ガイド軸       |
| 100 | ニードルスプリング収納室 |
| 110 | ドレン穴         |
| 111 | 第2の下向きの受圧面   |
| 130 | 第1の下向きの受圧面   |

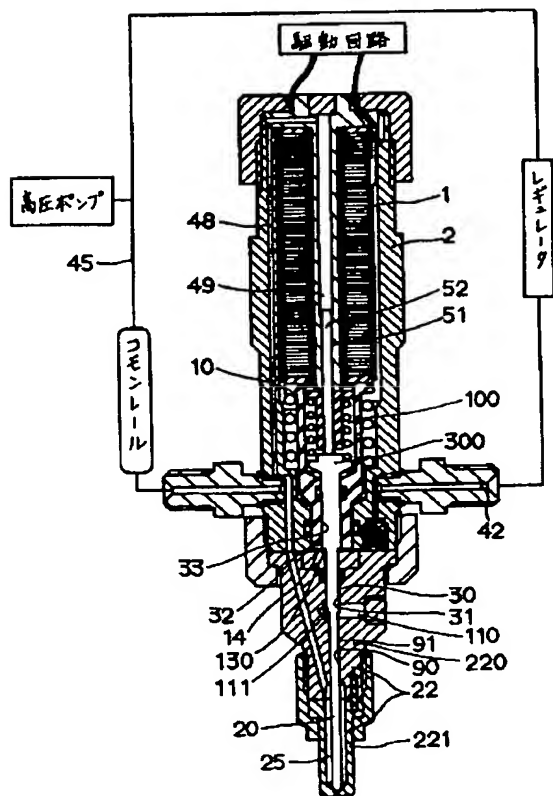
【図13】



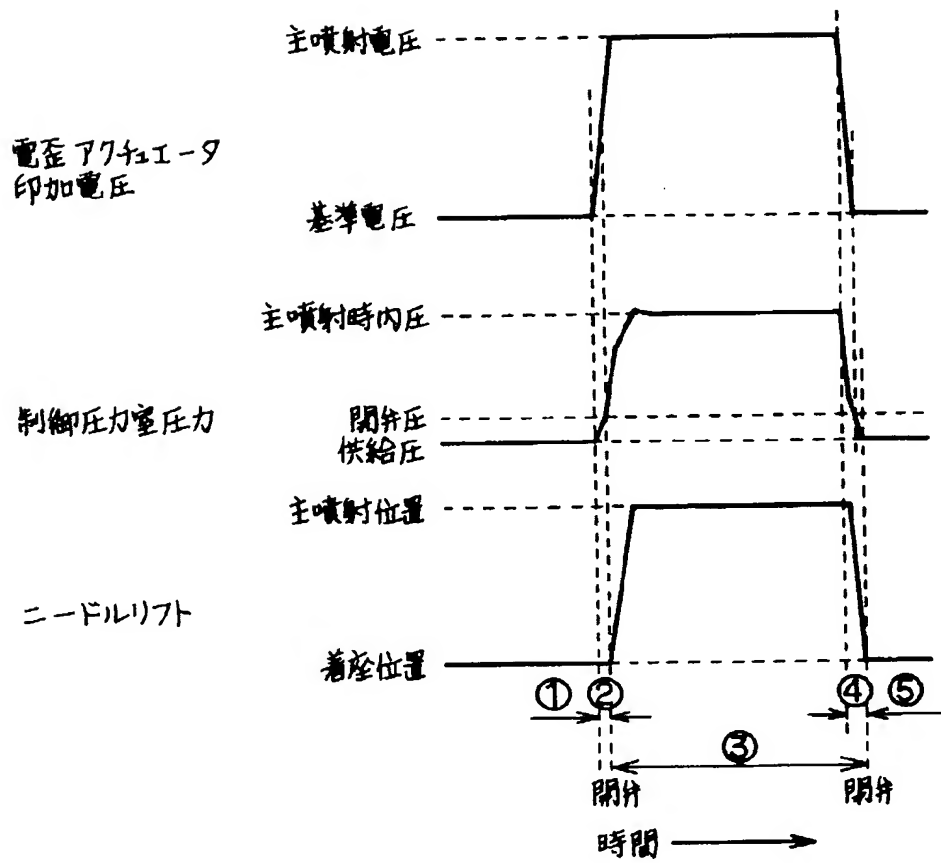
【図3】



【図7】

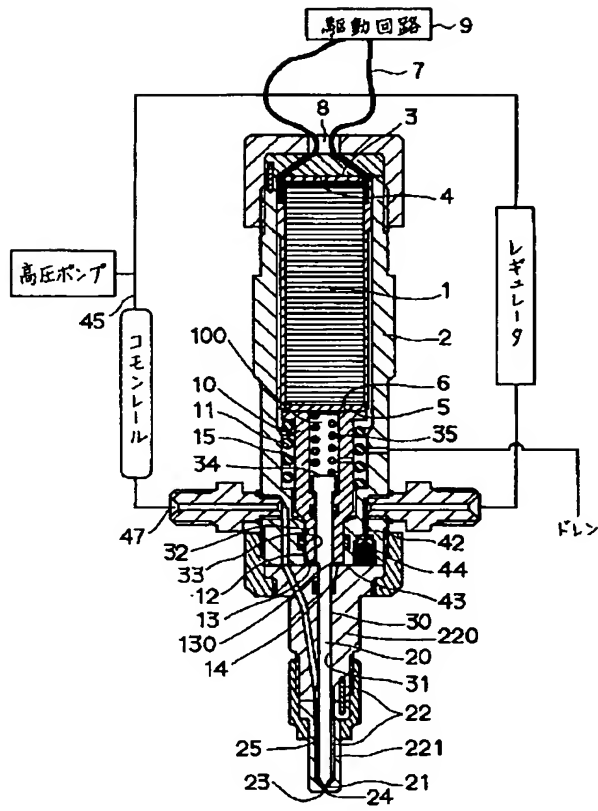


【図2】

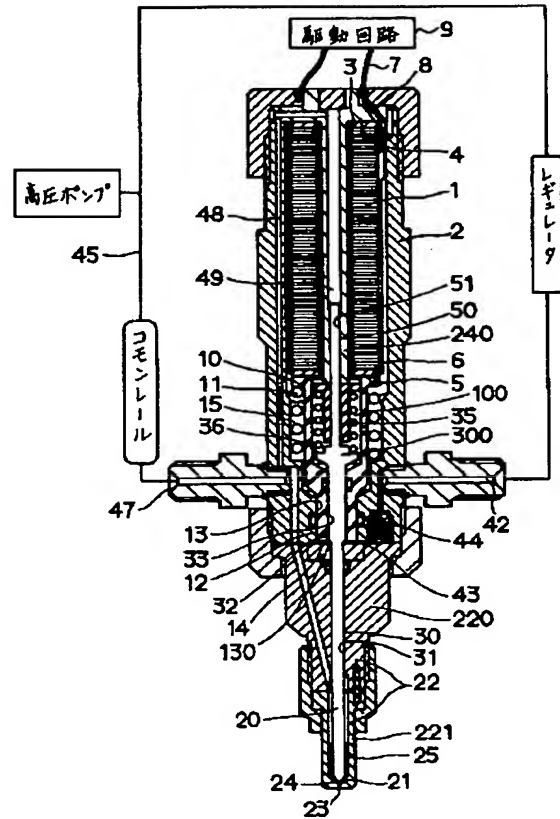


- ①: 静止期間
- ②: 開弁応答期間
- ③: 噴射期間
- ④: 閉弁応答期間
- ⑤: 静止期間

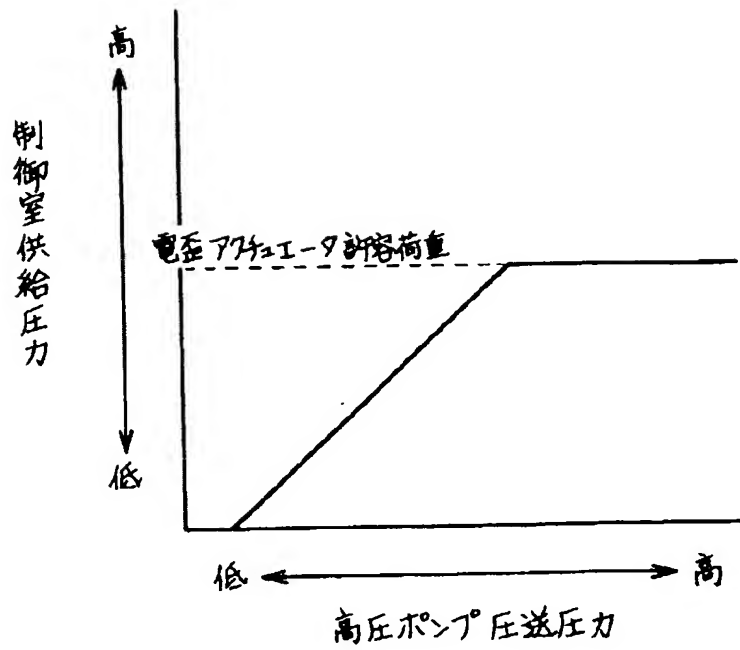
【図4】



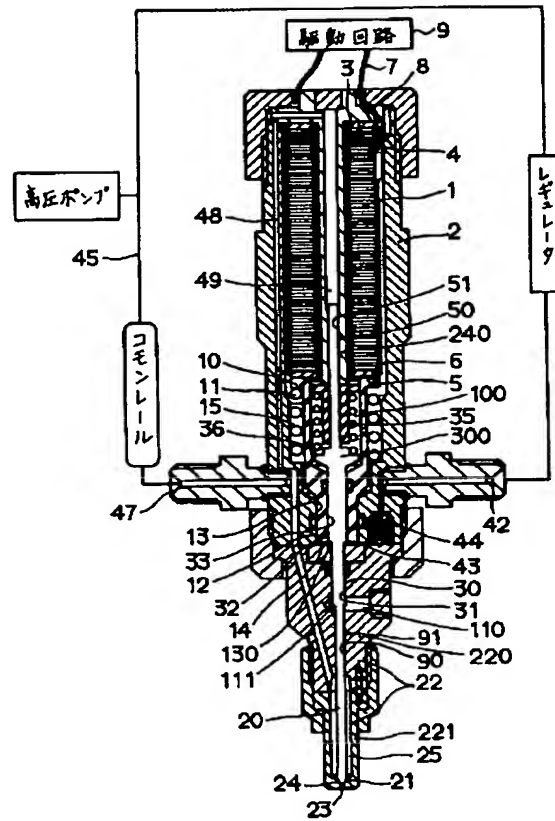
【図5】



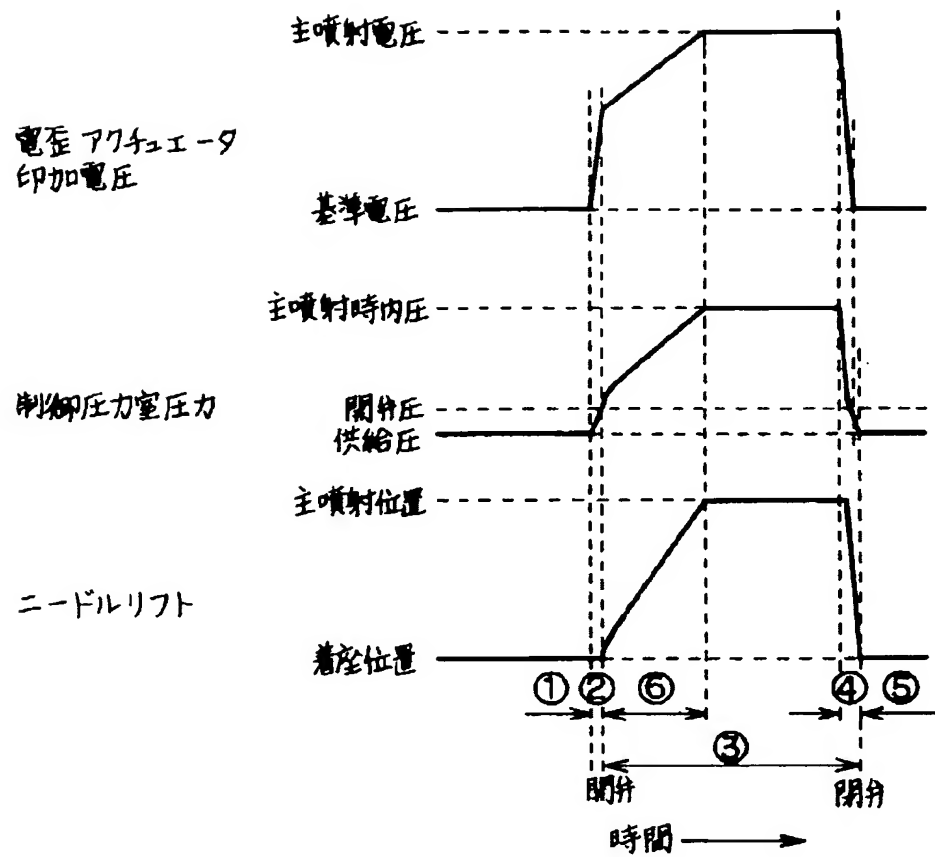
【図8】



【図6】



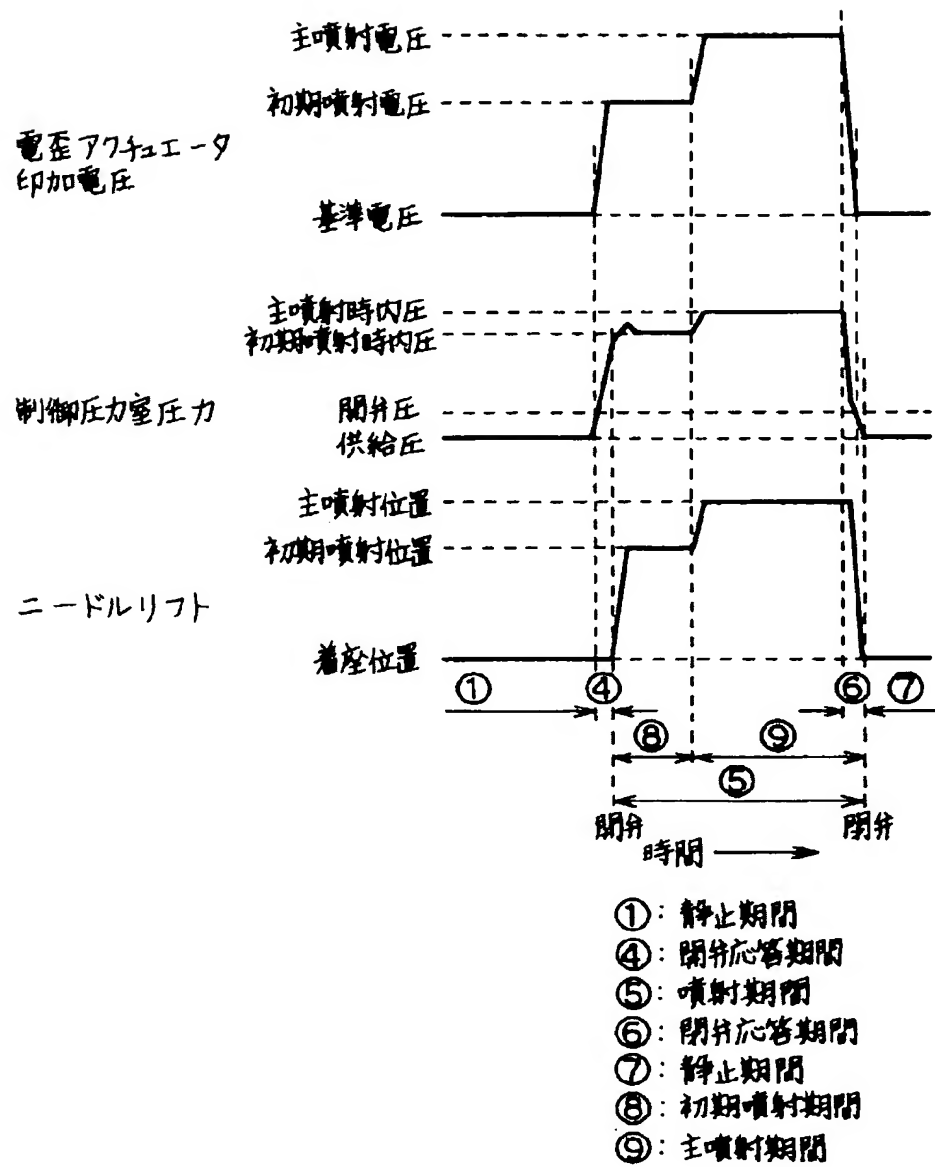
【図9】



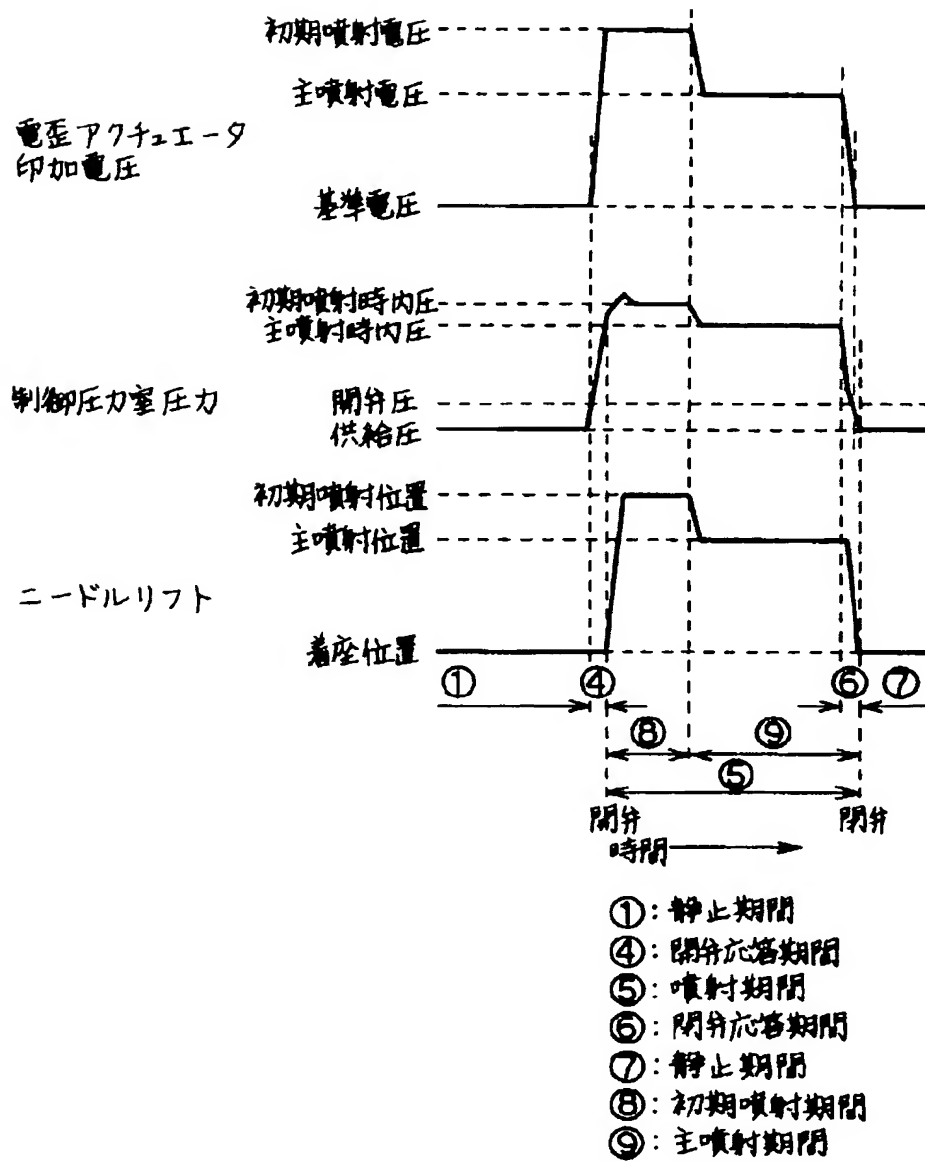
- ①: 静止期間
- ②: 閉弁応答期間
- ③: 噴射期間
- ④: 閉弁応答期間
- ⑤: 静止期間
- ⑥: Δ噴射期間



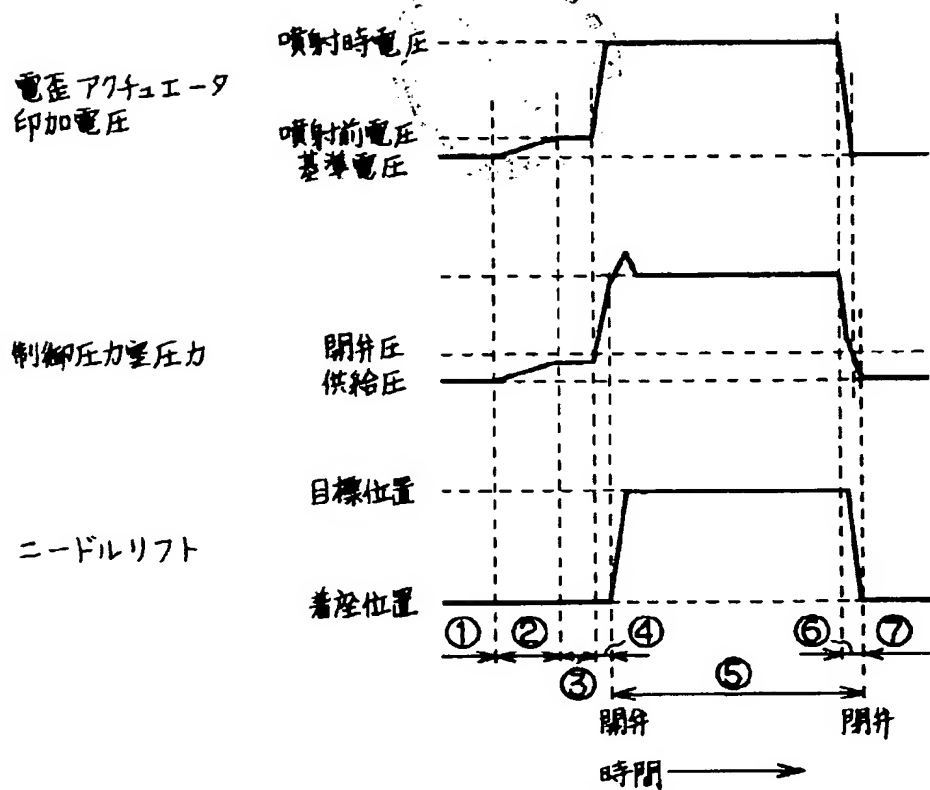
【図10】



【図11】



【図12】



- ①: 静止期間
- ②: 開弁前昇圧期間
- ③: 静止期間
- ④: 開弁応答期間
- ⑤: 噴射期間
- ⑥: 閉弁応答期間
- ⑦: 静止期間

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**